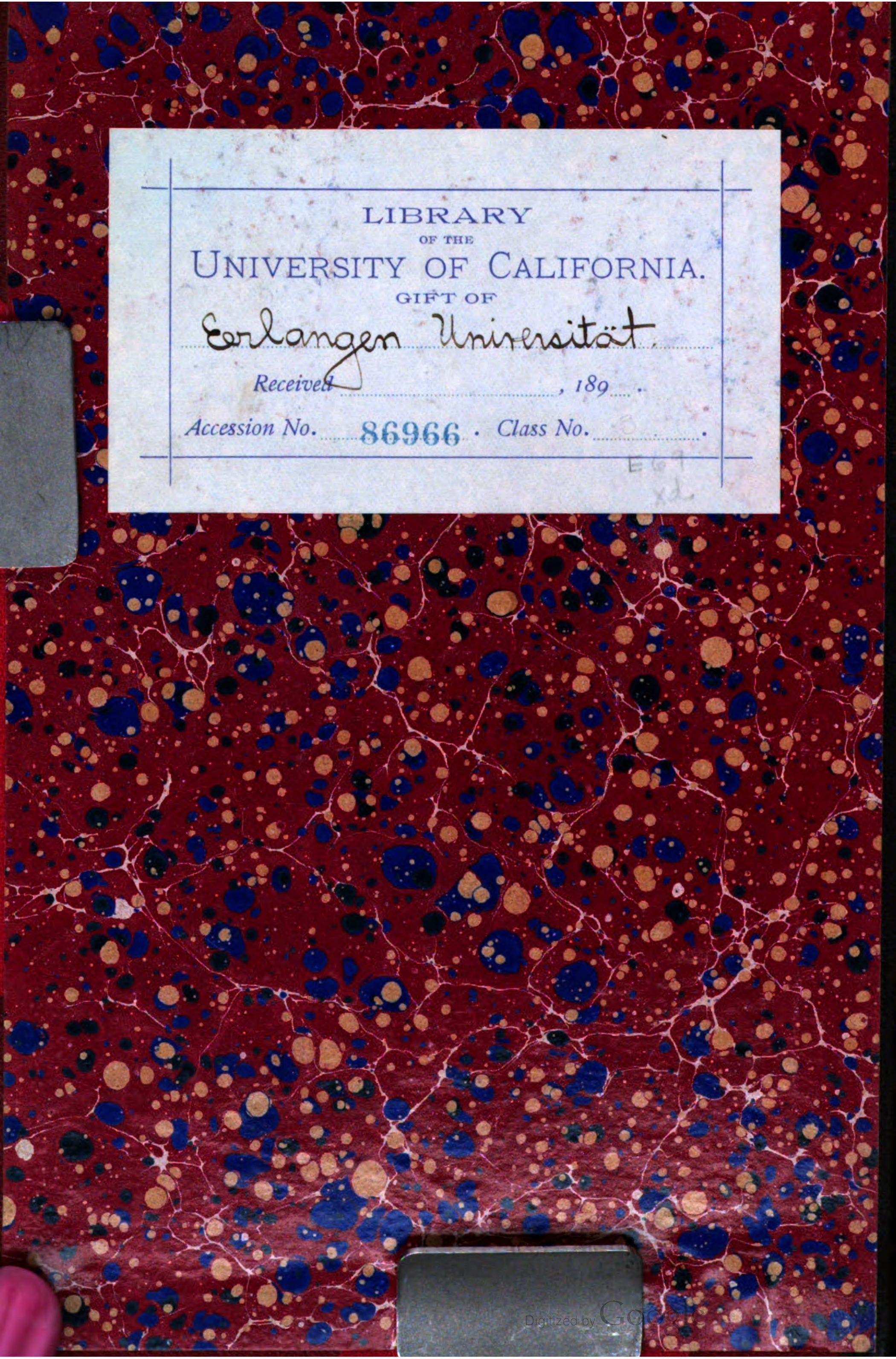
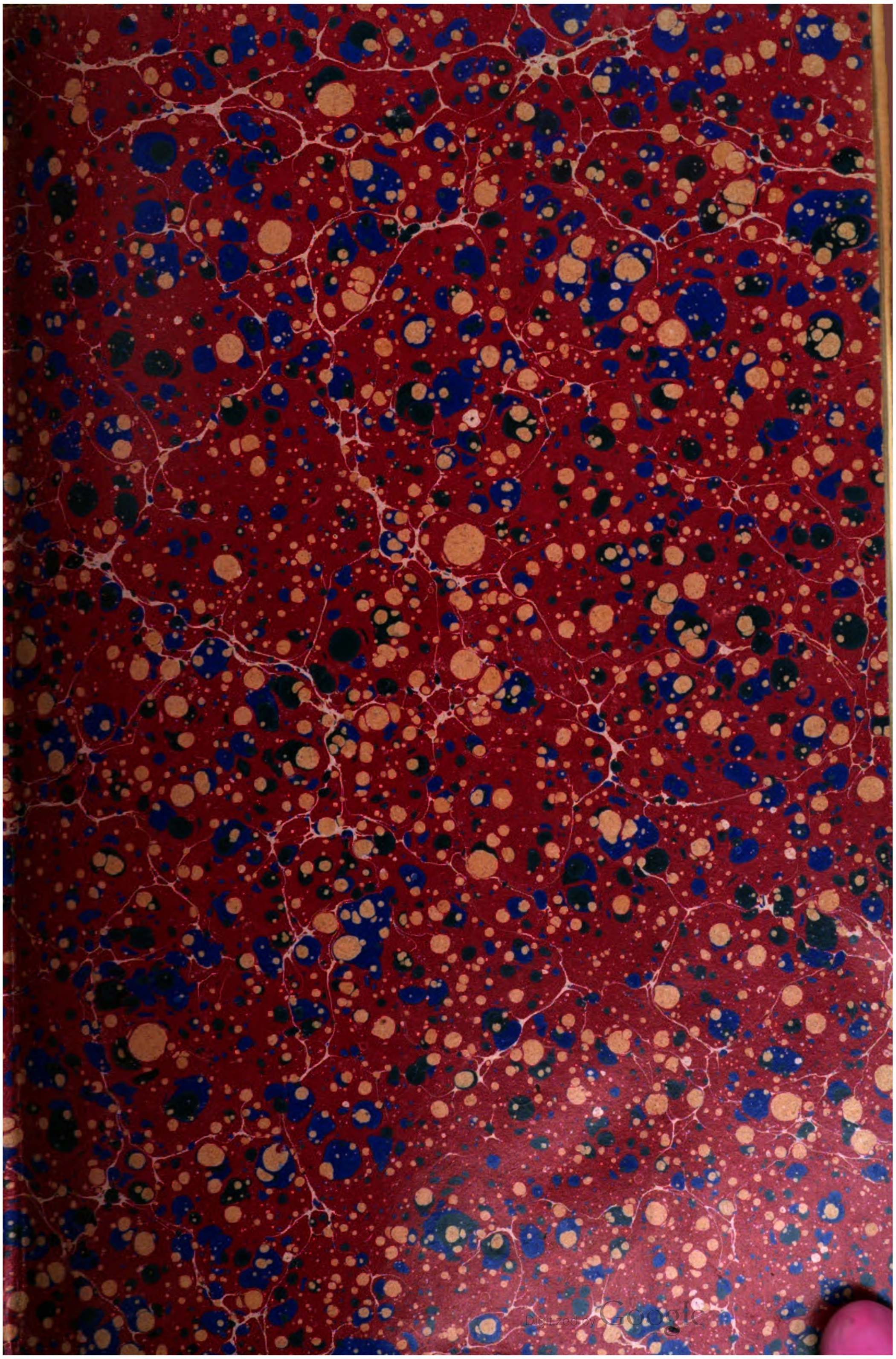




Beitrag

zur direkten Beeinflussung der Pflanzen durch die Kupfervitriol-Kalkbrühe.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Alfred Zucker

aus Uffenheim.



Tag der mündlichen Prüfung: 15. Juni 1896.

Stuttgart 1896.

Buchdruckerei von Alfred Müller & Co.

Beitrag

zur direkten Beeinflussung der Pflanzen durch die Kupfervitriol-Kalkbrühe.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Alfred Zucker

aus Uffenheim.



Tag der mündlichen Prüfung: 15. Juni 1896.

Stuttgart 1896.

Buchdruckerei von Alfred Müller & Co.

Seinen

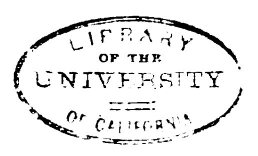
teuren Eltern

in

Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom



Verfasser.



Einleitung.

Anfangs der achtziger Jahre dieses Jahrhunderts hatten die Weinbauern der Girondedistrikte in Frankreich nicht unbeträchtliche Verluste infolge häufiger Plünderungen ihrer Weingärten seitens der Landstreicher und gewerbsmässigen Diebe zu beklagen. Trotzdem die Behörden mit den strengsten Strafen diesen Diebstählen Einhalt zu gebieten versuchten, hörten dieselben nicht auf. Da kam ein schlauer Weinbauer auf den Gedanken, die Weinstöcke mit einem dicken Brei von Kupfervitriol und Schwefel zu beschmieren, um bei den Dieben den Glauben zu erwecken, dass die so behandelten Stöcke vergiftet seien. Und in der That schien diese Methode Erfolg zu haben und wurde fleissig angewendet.

Einige Jahre nachher fiel den Weinbauern auf, dass ihre beschmierten Weinstöcke vom Mehltau gänzlich verschont wurden, während angrenzende Nachbarn, welche zu bequem waren, das genannte Verfahren anzuwenden, ein stärkeres Umsichgreifen des lästigen Pilzes auf ihrem Gebiete konstatieren mussten.

Millardet, Professor der Botanik in Bordeaux, las zufällig in einer Zeitung für Weinbauern diese merkwürdige Beobachtung und versuchte nun eifrig, durch Versuche die Wirksamkeit des Mittels zu erproben. Seit 1878 hatte er vergeblich versucht, ein wirksames Mittel zur Verhütung der Mehltau-

infektion zu finden. Nach einer Studienreise, welche ihn nach Médoc, wo das Verfahren allgemein angewendet wurde, führte, veröffentlichte er die erste Mitteilung im Journ. d'Agr. Prat. 1885, betitelt: Traitement du mildiou et du Rot. Die Bemühungen Millardets waren vom Erfolge gekrönt und seine Prophezeiung, ein unfehlbares Mittel gegen den Mehltau, *Perenospora viticola*, gefunden zu haben, erwies sich als nicht trügerisch. Ein grosser Fortschritt war die ebenfalls von Millardet vorgeschlagene Substitution des unwirksamen Schwefels durch Kalkbrühe. Von Bordeaux aus verbreitet sich das Verfahren rasch über die angrenzenden weinbauenden Gegenden, überall von glänzendem Erfolge begleitet.[1]) Es war aber auch höchste Zeit, dass ein wirksames Mittel gefunden wurde, denn die besten Weinkulturen Frankreichs fielen dem gefürchteten Parasit zum Opfer. Eine Hochflut von Artikeln und Beobachtungen in den Weinbauzeitungen zeigte am deutlichsten, dass das Verfahren mit dem gebührenden Ernste und Würdigung seitens der sonst so konservativ veranlagten Weinbauern aufgenommen wurde.

Gegenwärtig erfolgt die Anwendung der Kupfervitriol-Kalkbrühe in allen weinbautreibenden Ländern. Die Bezeichnung der Brühe ist in den einzelnen Ländern verschieden, so heisst sie in Frankreich Bouillie bordelaise, in Italien Poltiglia bordolese, in England Bordeaux mixture.

Wie zu erwarten war, beeilten sich nach den ersten Veröffentlichungen verschiedene Forscher, an Stelle der Bordeaux-Brühe andere Kupferpräparate zu empfehlen, aber alle mit mehr oder weniger negativem Erfolge. Weder Kupfersodamischung, Kupferammoniakmischung, noch die trockenen Pulver wie Poudre Coignet und Sulfostéatite cuprique (Kupfervitriol-Specksteinmehl) fanden Anklang. Auf Grund sorgfältiger Versuche und Rentabilitätsberechnungen gab Strebel[2]) der Bordeaux-Brühe den Vorzug vor allen andern Mitteln. Eine Veröffentlichung von Monselise[3]) versuchte vergeblich die Bota-

[1]) Nach Fairchild, Bordeaux mixture as a Fungicid.

[2]) Strebel, Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 1892, S. 96.

[3]) Monselise, Le soluzioni e le miscele cupriche contro la perenospora. Pisa 1891.

niker zu überzeugen, dass das Sulfat an und für sich, nicht aber das Kupfer als wirksames Prinzip anzusehen sei und dass man ebenso gut eine andere, billigere Sulfatverbindung substituiren könnte!

Die Bespritzung mit Bordeaux-Brühe beschränkte sich nicht allein auf den falschen Mehltau, sondern wurde auch zur Bekämpfung anderer Pflanzenparasiten und zwar mit demselben Erfolge angewendet. Galloway, Rumm, Girard, Pammel, Fairchild und viele andere Forscher haben ihre diesbezüglichen Resultate in den botanischen Zeitschriften veröffentlicht. Fast allen Forschern fiel die Thatsache auf, dass bespritzte parasitenfreie, also gesunde Pflanzen ein frischeres und üppigeres Aussehen hatten als nichtbespritzte. Nur eine direkte Beeinflussung des Pflanzenorganismus durch die Bordeaux-Brühe konnte diese Erscheinung erklärlich machen. Rumm[1]) gebührt das Verdienst, zuerst diese Erscheinung wissenschaftlich bearbeitet zu haben. Ganz zutreffend behauptete derselbe, dass bereits der Umstand, dass die Bordeaux-Brühe unmöglich sämtliche Pilzherde bei der Bespritzung berühren konnte und dennoch eine vollständige Vernichtung erzielt wurde, dafür spreche, dass wir es hier nicht mit einer lokalen Beeinflussung des Pilzes, sondern einer direkten Wirkung auf die ganze Pflanze zu thun haben. Diese Vermutung Rumms wurde durch seine Versuche am Weinstocke bestätigt. Frank und Krüger[2]) dehnten ihre Versuche auf die Kartoffelpflanze aus und kamen zu fast denselben Resultaten. Es war nun interessant zu erfahren, ob die Bespritzung mit Bordeaux-Brühe auch bei anderen Pflanzen dieselbe Wirkung ausübt. Auf Anregung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Dr. Reess in Erlangen, habe ich mich dieser Arbeit unterzogen und übergebe nun die gewonnenen Resultate der Öffentlichkeit. Die Arbeiten resp. Versuche

---

[1]) Rumm, Über die Wirkung der Kupferpräparate bei Bekämpfung der sog. Blattfallkrankheit der Weinrebe. Ber. d. D. bot. Ges. 1893. XI. Heft, p. 79—94.

[2]) Frank-Krüger, Über den direkten Einfluss der Kupfer-Vitriol-Kalkbrühe auf die Kartoffelpflanze. Arb. d. D. Landw. Ges. Berlin 1894.

wurden teils im Laboratorium des botanischen Institutes, teils im Freien ausgeführt.

An dieser Stelle sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Reess, für die Anregung zur vorliegenden Arbeit, als auch für die Unterstützung und Ratschläge bei Ausarbeitung derselben meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Auch Herrn Dr. Carl Becker, Assistenten des Institutes, erlaube ich mir für seine Bemühungen bestens zu danken.

Allgemeiner Teil.

Zu sämtlichen Versuchen wurden frischbereitete Bordeaux-Brühe einerseits und 2% Kalkhydroxydbrühe andrerseits verwendet. Die Vorschriften zur Bereitung der Bordeaux-Brühe, welche von den einzelnen Botanikern angegeben wurden, sind sehr verschieden. Bald wurden 3 Tle. Kupfervitriol und 3 Tle. Kalk, bald 2 Tle. Kupfervitriol und 1 Tl. Kalk auf 100 Tle. Flüssigkeit verwendet. Als Resultat der verschiedensten Versuche habe ich folgende Vorschrift als sehr zweckentsprechend befunden: 8 Tle. frischgebrannter Kalk werden gelöscht und mit Wasser auf 250 Tle. verdünnt. Die hiebei zurückbleibenden gröberen Verunreinigungen des Kalkes werden entfernt. Andererseits werden 15 Tle. Kupfervitriol in 200 Tle. Wasser gelöst und unter Umrühren der Kalkbrühe zugegeben. Das Gemisch wird auf 500 Tle. mit Wasser ergänzt.

Das Kalkhydroxyd fällt aus den Metallsalzlösungen die betr. Hydroxyde aus. Die Umsetzung erfolgt hier nach der Formel:

$$Ca(OH)_2 + CuSO_4 \cdot 5\,aq = Cu(OH)_2 + CaSO_4 \cdot 2\,aq + 3\,aq.$$

Da nun in der Vorschrift viel mehr Kalkhydroxyd angegeben ist, als zur Fällung des Kupferhydroxydes notwendig ist, so ist in der Bordeaux-Brühe überschüssiges Kalkhydroxyd vorhanden, welches an der Luft rasch in Kalkkarbonat übergeht. In dem Filtrate der frischbereiteten Brühe ist Kupfer kaum nachweisbar, wohl aber in einer älteren Brühe. Bemerkenswert war die Beobachtung, dass ersteres Filtrat nicht nur keinen vernichtenden, dagegen in einigen Fällen einen begünstigenden Einfluss auf die Keimfähigkeit verschiedener Pilzsporen

ausübte, während das lelztere ein Keimen der Sporen durchweg verhinderte.

Von grosser Bedeutung für die Güte der Bordeaux-Brühe ist die Verwendung eines frischgebrannten, fetten Kalkes. Ist derselbe stark kieselhaltig, so wird das Kupferhydroxyd in ganz anderer Form abgeschieden. Bei Verwendung von fettem Kalke sieht man unter dem Mikroskope das Kupferhydroxyd innig gemengt mit der übrigen Substanz. Wird nun magerer Kalk verwendet, so sieht man deutlich abgerundete blaue Kugeln, welche sich von der übrigen Masse scharf abheben. Die chemische Untersuchung ergab, dass dieselben aus Kupferhydroxyd und Kalkhydroxyd bestehen. Diese Kugeln sind Lösungsmitteln gegenüber resistenter als die a morphen Massen. In Essigsäure und Salzsäure lösten sie sich ohne Kohlensäureentwicklung vollständig. Auf Zusatz von verdünnter Schwefelsäure verschwand die blaue Farbe, ein farbloses, krystallinisches Gerüst von Gyps blieb zurück. Die Behauptung einiger Forscher, dass die Kugeln Kupferkarbonat enthielten, erwies sich als unrichtig. Ammoniak und Kohlensäure wirken lösend auf den Niederschlag der Bordeaux-Brühe. Nach vierstündigem Einleiten eines Kohlensäurestromes in die Bordeaux-Brühe hatten 200 ccm der filtrierten Brühe 0,031 gr Kupfer in Lösung, während vorher kaum nachweisbare Spuren vorhanden waren. In weit höherem Grade wirken Ammoniumsalze lösend auf das Kupferhydroxyd der Brühe. Am schnellsten wirkt Ammonkarbonat, es bildet sich dabei ein Doppelsalz mit der Formel:

$$SO_4 \begin{matrix} \diagup NH_3 \diagdown \\ \diagdown NH_3 \diagup \end{matrix} Cu$$

Cuproammoniumsulfat.

Über die Einwirkung des Regens auf den Kupferkalküberzug der Blätter berichtet Girard.[1]) Derselbe liess einen künstlichen Platzregen 22 Minuten lang, einen starken Regen 6

[1]) Aimé Girard, Recherches sur l'adhérence aux feuilles des plantes et notament aux feuilles de la pomme de terre des composés cuivriques, déstinés a combattre leurs maladies. Comptes rendus 1892.



Stunden und einen schwachen Regen 24 Stunden lang auf die bespritzten Pflanzen einwirken. Das Resultat war, dass der Platzregen in ca. $^{1}/_{65}$ der Zeit viermal so viel Substanz von den Blättern entfernte, als der schwache Regen während der ganzen Zeit.

Bei der Bespritzung der zarten Blätter junger Pflanzen traten fast regelmässig lästige Brandstellen auf. Guten Erfolg leistete mir in diesen Fällen ein Zuckerzusatz, und zwar verwendete ich auf 10 Liter Brühe 300 gr Zucker. Ich machte dabei die angenehme Wahrnehmung, dass die gezuckerte Brühe besser an den Blättern haftete und fast nie Brandstellen auftraten.

Beschreibung der angewandten Untersuchungsmethoden.

Sechs resp. acht Wochen nach der Bespritzung nahm ich eine vergleichende Untersuchung der Versuchspflanzen vor. Ebenso wie Frank-Krüger untersuchte auch ich die anatomische Struktur, Chlorophyllgehalt, Assimilation, Transpiration und event. Anwesenheit von Kupfer im Blattmesophylle. Um das Chlorophyll annäherd quantitativ bestimmen zu können, musste ich mir absolut reines, krystallisiertes Chlorophyll verschaffen. Ich entschloss mich, dasselbe selbst herzustellen und zwar nach der von Hansen angegebenen Methode. Als Ausgangsmaterial verwendete ich *Elodea canadensis.* Das an Fett gebundene Chlorophyll wurde mit Alkohol extrahiert, das Fett mit Natronlauge verseift und die gebildete Seife mit Chlornatrium ausgesalzen. Durch Extraktion mit Petroläther wurde der gelbe Farbstoff, mittels Äther und Weingeist der grüne Farbstoff isoliert. Nach oftmaliger Reinigung gelang es mir endlich, beide Farbstoffe in gut krystallisierter Form zu gewinnen. Die Ausbeute an Chlorophyll betrug 0,6%. Mit diesem Chlorophyll stellte ich mir Normallösungen in folgenden Konzentrationen her:

Lös.:	I.	II.	III.	IV.	V.
enth.:	0,02 %	0,03 %	0,04 %	0,05 %	0,06 %

Lös.:	VI.	VII.	VIII.	IX.
enth.:	0,07 %	0,08 %	0,09 %	0,10 %.

Durch Vergleich der Farbenintensität der Normallösung mit der Farbe der alkoholischen Pflanzenauszüge der zu untersuchenden Blätter konnte ich ohne Mühe relativ quantitative Zahlen erhalten. Eine absolut quantitative Bestimmung ist überflüssig, da es sich ja nur um Vergleichszahlen handelt. Zur Prüfung der Assimilationsthätigkeit benutzte ich die von Sachs empfohlene Methode mittels Jodlösung. Zuerst stellte ich fest, wann ungefähr die Stärkebildung morgens in den Blättern begann. Dann wurden zur bestimmten Zeit ganz gleich starke Blätter der einzelnen Versuchspflanzen abgeschnitten, sofort in Alkohol und schweflige Säure gebracht und nach völliger Entfärbung mittels Jodlösung mikroskopisch auf Stärkegehalt untersucht.

Die Transpiration wurde nach zwei verschiedenen Methoden untersucht. Als sehr bequem und genau erwies sich die von Unger angegebene, welche das durch Verdunstung abgegebene Wasserquantum direkt wägen lässt. Unter Wasser abgeschnittene Sprosse wurden in die Versuchsflaschen gebracht, welche mit Wasser gefüllt und, um die Verdunstung des Wassers an der Oberfläche zu verhindern, mit einer dünnen Schicht reinen Olivenöls isoliert waren. Als Kontrollmethode benutzte ich die von Pfeffer angegebene Methode, welche im wesentlichen darauf beruht, dass das transpirierte Wasser an einer kalibrierten Röhre abgelesen werden kann. Die Sprosse wurden teils mittels Collodium, teils mittels Gipsmantels in den Korken luftdicht befestigt. Nach Beendigung des Versuchs wurden die Sprosse in verdünnte Salzsäure gebracht, um den Kupferkalküberzug zu entfernen, gut ausgewaschen und bei 100° bis zum konstanten Gewicht getrocknet. Durch einfache Rechnung liess sich dann die Transpirationsmenge für je 1 gr Trockeneinheit berechnen. Die Transpirationsbestimmungen wurden im Laboratorium bei 16° C. ausgeführt. Behufs Nachweises von etwa absorbiertem Kupfer in den Blättern wurden letztere einer gründlichen Reinigung mit salzsäurehaltigem Wasser unterzogen, bis die Waschwässer absolut keine Kupferreaktion mehr gaben.

Dann wurden die Blätter in einer Platinschale verkohlt, mit etwas Wasser angefeuchtet und vorsichtig, ohne das Wasser abzugiessen, trocknen lassen und nochmals erhitzt. Das Wasser führt nämlich die löslichen Salze an freie Stellen der Schale, wodurch nachher der Zutritt der glühenden Luft zu der Kohle begünstigt wird. Durch mehrmaliges Wiederholen dieser Prozedur gelang es in den meisten Fällen, einen von Kohle freien Rückstand zu erhalten. Als beste und genaueste Methode zum Nachweis des Kupfers bewährte sich die bereits von Frank-Krüger empfohlene galvanische Methode. Die beim Glühen zurückgebliebene Masse wurde mit etwas Salzsäure und Wasser in einen Platintiegel gebracht und durch Zufügen eines Stückchen reinen Zinkbleches ein galvanischer Strom erzeugt, welcher die minimalsten Spuren Kupfer noch deutlich anzeigte.

Spezieller Teil.

Zu den Bespritzungen mit Bordeaux-Brühe und Kalkhydroxydbrühe wurden im Laufe eines Jahres ca. 60 Pflanzen aus den verschiedensten Familien herangezogen. Da die Bespritzungen auf Pflanzen mit empfindlicher Epidermis wie die Farnkräuter nach einigen Tagen Brandstellen erzeugten, mussten dieselben von einer Weiterbehandlung ausgeschlossen werden. Ganz junge Pflanzen gingen durch die Bespritzungen zu Grunde.

Im Folgenden gebe ich die Untersuchungsresultate einiger ausgewählter Versuchspflanzen wieder.

Nicotiana collossea.

Vier Wochen nach der Bespritzung war bereits eine dunkelgrünere Färbung bei den gekupferten Pflanzen zu bemerken. Cutikula und Epidermis waren bei sämtlichen Exemplaren gleichmässig ausgebildet. Das Schwammparenchym schien bei den gekupferten Blättern kräftiger entwickelt zu sein als bei den gekalkten und nichtbehandelten; doch war dies nicht durchgehends der Fall. Das Mesophyll der gekupferten Blätter war reicher an Chlorophyll als das der übrigen. (Tab. 1). Die gekalkten Blätter enthielten mehr Chlorophyll als die nichtbespritzten. Die gekupferten Blätter hatten bereits deutliche Stärkekörner, während die anderen nur Spuren enthielten. (Tab. 2.)

In ungefähr demselben Verhältnis wie die Assimilation stand die Transpiration der gekupferten Exemplare zu den nichtgekupferten. Die gekalkten Sprosse hatten etwas mehr transpiriert als die nichtbespritzten. (Tab. 3, 4, 5, 6.)

Kupfer konnte auch nicht die geringste Spur in den Blättern nachgewiesen werden.

Tab. 1.

Nicotiana collossea.

A. Bestimmung des Chlorophyllgehaltes der Blätter.

0,5 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten	0,25 gr Blattsubstanz mit 50 ccm. Alkohol ausgezogen	in Prozenten
1. Nicht bespritzt	0,05	1. Nicht bespritzt	0,03
2. Nicht bespritzt	0,05	2. Nicht bespritzt	0,03
3. Mit Kalk bespritzt	0,06	3. Mit Kalk bespritzt	0,035
4. Mit Kalk bespritzt	0,06	4. Mit Kalk bespritzt	0,03
5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,07	5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,04
6. Mit Kupferkalk bespritzt	0,065	6. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,035

Tab. 2.

B. Mikroskopischer Befund der morgens produzierten Stärkemenge.

	a) Nicht bespritzt		b) Mit Kalk bespritzt		c) Mit Kupferkalk bespritzt
1.	a) Pallisadenparenchym: —	1.	a) Pallisadenparenchym: —	1.	a) Pallisadenparenchym: deutliche K.
	b) Schwammparenchym: —		b) Schwammparenchym: —		b) Schwammparenchym: Spuren
2.	a) Pallisadenparenchym: Spuren	2.	a) Pallisadenparenchym: Spuren	2.	a) Pallisadenparenchym: Spuren
	b) Schwammparenchym: —		b) Schwammparenchym: —		b) Schwammparenchym: —
3.	a) Pallisadenparenchym: —	3.	a) Pallisadenparenchym: Spuren	3.	a) Pallisadenparenchym: reichliche K.
	b) Schwammparenchym: —		b) Schwammparenchym: —		b) Schwammparenchym: deutliche K.
4.	a) Pallisadenparenchym: —	4.	a) Pallisadenparench.: vereinzelt	4.	a) Pallisadenparenchym: deutliche K.
	b) Schwammparenchym: —		b) Schwammparenchym: „		b) Schwammparenchym: Spuren

Tab. 3.

Nicotiana collossea.

Nichtbespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 1,042. — Trockengewicht excl. Stengel 0,921.

№	Anfang des Versuches: Zeit	Anfang: Gewicht gr	Ende des Versuches: Zeit	Ende: Gewicht gr	Versuchsdauer Stunden	Gewichtsverlust in toto gr	Transpirationsmenge für je eine Stunde: beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	Bemerkungen
1	von 10 morgens	106,91	bis 9 morgens	103,72	23	3,19	0,138	0,132	0,149	
2	von 9 morgens	103,72	bis 12 mittags	103,24	3	0,48	0,160	0,153	0,173	
3	von 12 mittags	103,24	bis 6 abends	102,32	6	0,92	0,153	0,146	0,158	
4	von 6 abends	102,32	bis 8 morgens	101,37	14	0,95	0,067	0,064	0,069	Nacht!
5	von 8 morgens	101,37	bis 2 mittags	100,56	6	0,81	0,135	0,129	0,140	

Tab. 4.

Nicotiana collossea.

Mit Kalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,931. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,802.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer Stunden	Gewichtsverlust in toto gr	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr			beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	104,48	bis 9 morgens	101,70	23	2,78	0,120	0,124	0,149	
2	von 9 morgens	101,70	bis 12 mittags	101,25	3	0,45	0,150	0,161	0,187	
3	von 12 mittags	101,25	bis 6 abends	100,31	6	0,94	0,156	0,167	0,194	
4	von 6 abends	100,31	bis 8 morgens	99,40	14	0,91	0,065	0,069	0,081	
5	von 8 morgens	99,40	bis 2 mittags	88,58	6	0,82	0,136	0,146	0,168	

Tab. 5.

Nicotiana collossea.

Mit Kupferkalk behandelt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,921. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,806.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer Stunden	Gewichtsverlust in toto gr	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr			beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	106,54	bis 9 morgens	102,73	23	3,81	0,165	0,179	0,204	
2	von 9 morgens	102,73	bis 12 mittags	102,17	3	0,56	0,186	0,200	0,230	
3	von 12 mittags	102,17	bis 6 abends	100,74	6	1,43	0,238	0,258	0,295	
4	von 6 abends	100,74	bis 8 morgens	99,46	14	1,28	0,091	0,099	0,112	
5	von 8 morgens	99,46	bis 2 mittags	98,25	6	1,11	0,185	0,200	0,229	

Tab. 6.

Nicotiana collossea.

Mit Kupferkalk behandelt.

Trockengewicht incl. Stengel: 1,230. — Trockengewicht excl. Stengel: 1,172.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer Stunden	Gewichtsverlust in toto gr	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr			beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von **10** morgens	107,72	bis **9** morgens	103,21	23	4,51	0,196	0,159	0,167	
2	von **9** morgens	103,21	bis **12** mittags	102,54	3	0,67	0,223	0,181	0,190	
3	von **12** mittags	102,54	bis **6** abends	101,36	6	1,18	0,196	0,159	0,167	
4	von **6** abends	101,36	bis **8** morgens	100,32	14	1,04	0,074	0,060	0,063	
5	von **8** morgens	100,32	bis **2** mittags	99,80	6	1,04	0,173	0,140	0,147	

Coffea arabica.

Die Zellen des Pallisadenparenchyms der gekupferten Blätter waren kleiner aber chlorophyllreicher wie die der übrigen. Das Schwammparenchyim der gekupferten Blätter war stärker entwickelt und zeigte fast durchgehends weniger Intercellularräume.

Der Chlorophyllgehalt war bei den gekalkten und nichtbespritzten fast gleich, bei den gekupferten beträchtlich grösser. (Tab. 7.)

Die gekupferten Blätter hatten bereits Stärke, die gekalkten Spuren, die nichtbespritzten nicht einmal Spuren. (Tab. 8.)

Am stärksten hatten die gekupferten Sprosse transpiriert, am schwächsten die gekalkten. (Tab. 9, 10, 11, 12). Auch Frank-Krüger hatten beobachtet, das gekalkte Sprosse weniger transpirieren als nichtgekalkte.

Die Kupferuntersuchungen ergaben negatives Resultat.

Tab. 7.

Coffea arabica.

A. Bestimmung des Chlorophyllgehaltes der Blätter.

0,5 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten	0,25 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten
1. Nicht bespritzt	0,05	1. Nicht bespritzt	0,03
2. Nicht bespritzt	0,05	2. Nicht bespritzt	0,03
3. Mit Kalk bespritzt	0,06	3. Mit Kalk bespritzt	0,03
4. Mit Kalk bespritzt	0,05	4. Mit Kalk bespritzt	0,03
5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,08	5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,04
6. Mit Kupferkalk bespritzt	0,07	6. Mit Kupferkalk bespritzt	0,035

Tab. 8.

B. Mikroskopischer Befund der morgens produzierten Stärkemenge.

	a) Nicht bespritzt		b) mit Kalk bespritzt		c) Mit Kupferkalk bespritzt
1.	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	1.	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	1.	a) Pallisadenparenchym: vereinzelt b) Schwammparenchym: Spuren
2.	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: Spuren	2.	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	2.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —
3.	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	3.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: Spuren	3.	a) Pallisadenparenchym: deutliche K. b) Schwammparench.: vereinzelt K.
4.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	4.	a) Pallisadenparench.: vereinzelt b) Schwammparenchym: Spuren	4.	a) Pallisadenparenchym: deutliche K. b) Schwammparench.: vereinzelt K.

Tab. 9.

Coffea arabica.

Nichtbespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 1,234. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,983.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	95,68	bis 9 morgens	91,40	23	4,28	0,180	0,146	0,183	
2	von 9 morgens	91,40	bis 12 mittags	90,84	3	0,56	0,186	0,150	0,189	
3	von 12 mittags	90,84	bis 6 abends	89,74	6	1,12	0,186	0,150	0,189	
4	von 6 abends	89,74	bis 8 morgens	87,62	14	1,02	0,072	0,058	0,073	
5	von 8 morgens	87,62	bis 2 mittags	86,58	6	1,04	0,172	0,139	0,174	

Tab. 10.

Coffea arabica.

Mit Kalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 1,030. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,782.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer Stunden	Gewichtsverlust in toto gr	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr			beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	100,72	bis 9 morgens	97,9	23	2,82	0,122	0,118	0,155	
2	von 9 morgens	97,90	bis 12 mittags	97,56	3	0,34	0,113	0,109	0,144	
3	von 12 mittags	97,56	bis 6 abends	96,87	6	0,69	0,115	0,111	0,147	
4	von 6 abends	96,87	bis 8 morgens	96,24	14	0,62	0,044	0,033	0,042	
5	von 8 morgens	96,24	bis 2 mittags	95,28	6	0,71	0,118	0,114	0,145	

Tab. 11.

Coffea arabica.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 1,250. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,996.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von **10** morgens	105,42	bis **9** morgens	99,10	23	6,32	0,274	0,219	0,275	
2	von **9** morgens	99,10	bis **12** mittags	98,26	3	0,84	0,280	0,224	0,291	
3	von **12** mittags	98,26	bis **6** abends	96,72	6	1,54	0,256	0,204	0,255	
4	von **6** abends	96,72	bis **8** morgens	95,30	14	1,42	0,114	0,091	0,115	
5	von **8** morgens	95,30	bis **2** mittags	93,96	6	1,34	0,223	0,178	0,224	

Tab. 12.

Coffea arabica.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,810. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,660.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	100,51	bis 9 morgens	95,62	23	4,89	0,212	0,261	0,321	
2	von 9 morgens	95,62	bis 12 mittags	94,89	3	0,73	0,234	0,288	0,354	
3	von 12 mittags	94,89	bis 6 abends	93,41	6	1,48	0,246	0,303	0,372	
4	von 6 abends	93,41	bis 8 morgens	92,15	14	1,26	0,090	0,111	0,168	
5	von 8 morgens	92,15	bis 2 mittags	90,79	6	1,36	0,226	0,279	0,342	

Ricinus communis.

Nach 6 Wochen konnte man bereits die gekupferten Exemplare von den andern unterscheiden. Die anatomische Untersuchung ergab keine wesentlichen Unterschiede. Die quantitative Chlorophyllbestimmung zeigte wesentliche Verschiedenheit zu Gunsten der gekupferten Blätter. (Tab. 13.)

In den gekalkten Blättern waren Spuren von Stärke, in in den gekupferten deutliche Körner, in den nichtbespritzten keine Stärke enthalten. (Tab. 14.) Am meisten hatten die gekupferten Sprosse transpiriert, am wenigsten die gekalkten. (Tab. 15, 16, 17, 18.)

Von fünf Kupferuntersuchungen war eine positiv, es zeigte sich jedoch, dass durch das Waschwasser etwas Kupfer in die Platinschale gelangt war.

Tab. 13.

Ricinus communis.

A. Bestimmung des Chlorophyllgehaltes der Blätter.

0,5 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten	0,25 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten
1. Nicht bespritzt	0,06	1. Nicht bespritzt	0,03
2. Nicht bespritzt	0,06	2. Nicht bespritzt	0,03
3. Mit Kalk bespritzt	0,06	3. Mit Kalk bespritzt	0,03
4. Mit Kalk bespritzt	0,065	4. Mit Kalk bespritzt	0,03
5. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,08	5. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,04
6. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,08	6. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,035

Tab. 14.

B. Mikroskopischer Befund der morgens produzierten Stärkemenge.

a) Nicht bespritzt	b) mit Kalk bespritzt	c) Mit Kupferkalk bespritzt
1. a. Pallisadenparenchym: — b. Schwammparenchym: —	1. a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	1. a) Pallisadenparenchym: deutliche K. b) Schwammparenchym: vereinzelt
2. a. Pallisadenparenchym: — b. Schwammparenchym: —	2. a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: Spuren	2. a) Pallisadenparenchym: vereinzelt b) Schwammparenchym: Spuren
3. a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	3. a) Pallisadenparenchym: vereinz. b) Schwammparenchym: Spuren	3. a) Pallisadenparenchym: deutliche K. b) Schwammparenchym: vereinzelt
4. a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	4. a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	4. a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —

Tab. 15.

Ricinus communis.

Nichtbespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,453. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,351.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	95,12	bis 9 morgens	89,62	23	5,50	0,239	0,520	0,680	
2	von 9 morgens	89,62	bis 12 mittags	88,90	3	0,72	0,240	0,530	0,682	
3	von 12 mittags	88,90	bis 6 abends	87,56	6	1,32	0,220	0,480	0,627	
4	von 6 abends	87,56	bis 8 morgens	86,42	14	1,14	0,081	0,170	0,230	Nacht!
5	von 8 morgens	86,42	bis 2 mittags	85,35	6	1,07	0,178	0,390	0,507	

Tab. 16.

Ricinus communis.

Mit Kalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,302. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,246.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	101,16	bis 9 morgens	98,64	23	2,52	0,109	0,360	0,443	
2	von 9 morgens	98,64	bis 12 mittags	98,33	3	0,31	0,103	0,341	0,418	
3	von 12 mittags	98,33	bis 6 abends	97,60	6	0,72	0,102	0,397	0,487	
4	von 6 abends	97,60	bis 8 morgens	97,10	14	0,51	0,036	0,119	0,146	
5	von 8 morgens	97,10	bis 2 mittags	96,56	6	0,54	0,090	0,298	0,369	

Tab. 17.

Ricinus communis.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,350. — Trockengewicht excl. Stengel 0,298.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	in toto gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	105,18	bis 9 morgens	99,12	23	6,06	0,260	0,742	0,872	
2	von 9 morgens	99,12	bis 12 mittags	98,47	3	0,65	0,217	0,620	0,728	
3	von 12 mittags	98,47	bis 6 abends	97,36	6	1,17	0,195	0,557	0,654	
4	von 6 abends	97,36	bis 8 morgens	96,08	14	1,22	0,087	0,248	0,291	
5	von 8 morgens	96,08	bis 2 mittags	95,03	6	1,05	0,175	0,500	0,587	

Tab. 18.

Ricinus communis.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,330. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,288.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von **10** morgens	100,24	bis **9** morgens	94,68	23	5,56	0,241	0,730	0,836	
2	von **9** morgens	94,68	bis **12** mittags	93,93	3	0,75	0,250	0,757	0,868	
3	von **12** mittags	93,93	bis **6** abends	92,61	6	1,32	0,220	0,666	0,763	
4	von **6** abends	92,61	bis **8** morgens	91,45	14	1,16	0,082	0,250	0,287	
5	von **8** morgens	91,45	bis **2** mittags	90,24	6	1,21	0,201	0,609	0,697	

Coleus hybrida.

Eine anatomische Verschiedenheit in der Blattstruktur konnte bei den einzelnen Exemplaren nicht konstatiert werden. Auch der Chlorophyllgehalt war fast der gleiche. Nur in einigen Fällen hatten die gekupferten Blätter verschwindend mehr Chlorophyll. (Tab. 19.) Die gekupferten Exemplare enthielten Spuren, die anderen keine Stärke. (Tab. 20.)

Die gekalkten Sprosse transpirierten weniger wie die nichtbehandelten. Die grössten Transpirationsmengen wiesen auch hier die gekupferten Sprosse auf. (Tab. 21, 22, 23, 24.)

Kupfer konnte in den Blättern nicht nachgewiesen werden.

Tab. 19.

Coleus hybrida.

A. Bestimmung des Chlorophyllgehaltes der Blätter.

0,5 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten	0,25 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten
1. Nicht bespritzt	0,02	1. Nicht bespritzt	0,01
2. Nicht bespritzt	0,02	2. Nicht bespritzt	0,01
3. Mit Kalk bespritzt	0,02	3. Mit Kalk bespritzt	0,01
4. Mit Kalk bespritzt	0,02	4. Mit Kalk bespritzt	0,01
5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,025	5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,02
6. Mit Kupferkalk bespritzt	0,02	6. Mit Kupferkalk bespritzt	0,015

Tab. 20.

B. Mikroskopischer Befund der morgens produzierten Stärkemenge.

a) Nicht bespritzt	b) mit Kalk bespritzt	c) Mit Kupferkalk bespritzt
1. a) Pallisadenparenchym: —	1. a) Pallisadenparenchym: —	1. a) Pallisadenparenchym: Spuren
b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: —
2. a) Pallisadenparenchym: —	2. a) Pallisadenparenchym: Spuren	2. a) Pallisadenparenchym: —
b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: —
3. a) Pallisadenparenchym: —	3. a) Pallisadenparenchym: —	3. a) Pallisadenparenchym: vereinzelt
b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparench.: Spuren
4. a) Pallisadenparenchym: —	4. a) Pallisadenparenchym: —	4. a) Pallisadenparenchym: Spuren
b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: —

Coleus hybrida.

Nichtbespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,152. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,116.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	in toto gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von **10** morgens	21,20	bis **9** morgens	20,71	23	0,490	0,021	0,138	0,181	
2	von **9** morgens	20,71	bis **12** mittags	20,64	3	0,06	0,022	0,144	0,189	
3	von **12** mittags	20,64	bis **6** abends	20,35	6	0,11	0,018	0,177	0,155	
4	von **6** abends	20,35	bis **8** morgens	20,42	14	0,10	0,007	0,046	0,060	
5	von **8** morgens	20,42	bis **2** mittags	20,33	6	0,09	0,015	0,098	0,129	

Tab. 22.

Coleus hybrida.

Mit Kalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,121. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,096.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	29,12	bis 9 morgens	28,72	23	0,40	0,017	0,140	0,177	
2	von 9 morgens	28,72	bis 12 mittags	28,65	3	0,06	0,020	0,165	0,208	
3	von 12 mittags	28,65	bis 6 abends	28,52	6	0,13	0,022	0,181	0,229	
4	von 6 abends	28,52	bis 8 morgens	28,41	14	0,11	0,008	0,066	0,083	
5	von 8 morgens	28,41	bis 2 mittags	28,27	6	0,13	0,022	0,181	0,228	

13.

Coleus hybrida.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,200. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,149.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	28,92	bis 9 morgens	27,91	23	1,01	0,043	0,213	0,285	
2	von 9 morgens	27,91	bis 12 mittags	27,75	3	0,16	0,056	0,278	0,375	
3	von 12 mittags	27,75	bis 6 abends	27,51	6	0,24	0,040	0,199	0,268	
4	von 6 abends	27,51	bis 8 morgens	27,30	14	0,21	0,015	0,074	0,100	
5	von 8 morgens	27,30	bis 2 mittags	27,10	6	0,29	0,034	0,169	0,227	

Tab. 24.

Coleus hybrida.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,150. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,091.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer Stunden	Gewichtsverlust in toto gr	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr			beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	22,20	bis 9 morgens	21,51	23	0,690	0,030	0,200	0,329	
2	von 9 morgens	21,51	bis 12 mittags	21,42	3	0,095	0,031	0,201	0,328	
3	von 12 mittags	21,42	bis 6 abends	21,25	6	0,162	0,027	0,180	0,296	
4	von 6 abends	21,25	bis 8 morgens	21,11	14	0,143	0,012	0,080	0,131	
5	von 8 morgens	21,11	bis 2 mittags	20,90	6	0,154	0,025	0,025	0,275	

Pereskia aculeata.

Ein Unterschied in der anatomischen Struktur war nicht wahrzunehmen. Bei den gekupferten Blättern konnte durchgehends ein grösserer Chlorophyllgehalt konstatiert werden, als bei den anderen, nichtgekupferten Blättern. (Tab. 25.)

Ferner war in den nichtbespritzten Blättern fast keine Stärke, in den gekalkten vereinzelte Körner, in den gekupferten dagegen reichliche Stärke vorhanden. (Tab. 26.)

Der Wasserverbrauch war bei nichtbehandelten und gekalkten Sprossen annähernd der gleiche, bei den gekupferten aber erheblich grösser. (Tab. 27, 28, 29, 30.)

Die Kupferuntersuchungen ergaben negative Resultate In zwei Fällen, wo eine Kupferreaktion prompt eintrat, konnte eine Verunreinigung der Blattzellen durch den Kupferüberzug nachgewiesen werden.

Tab. 25.

Pereskia aculeata.

A. Bestimmung des Chlorophyllgehaltes der Blätter.

0,5 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten	0,25 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten
1. Nicht bespritzt	0,04	1. Nicht bespritzt	0,02
2. Nicht bespritzt	0,04	2. Nicht bespritzt	0,02
3. Mit Kalk bespritzt	0,045	3. Mit Kalk bespritzt	0,02
4. Mit Kalk bespritzt	0,045	4. Mit Kalk bespritzt	0,02
5. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,05	5. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,03
6. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,04	6. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,025

Tab. 26.

B. Mikroskopischer Befund der morgens produzierten Stärkemenge.

	a) Nicht bespritzt		b) mit Kalk bespritzt		c) Mit Kupferkalk bespritzt
1.	a. Pallisadenparenchym: — b. Schwammparenchym: —	1.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	1.	a) Pallisadenparenchym: vereinz. K. b) Schwammparenchym: Spuren
2.	a. Pallisadenparenchym: Spuren b. Schwammparenchym: —	2.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: Spuren	2.	a) Pallisadenparenchym: reichliche K. b) Schwammparenchym: vereinzelt
3.	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	3.	a) Pallisadenparenchym: vereinz. b) Schwammparenchym: Spuren	3.	a) Pallisadenparenchym: grosse K. b) Schwammparench.: deutl. sichtb.
4.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	4.	a) Pallisadenparenchym: vereinz. b) Schwammparenchym: —	4.	a) Pallisadenparenchym: reichliche K. b) Schwammparenchym: vereinzelt

Tab. 27.

Pereskia aculeata.

Nichtbespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,210. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,193.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	18,34	bis 9 morgens	17,52	23	0,82	0,035	0,160	0,181	
2	von 9 morgens	17,52	bis 12 mittags	17,42	3	0,10	0,033	0,157	0,171	
3	von 12 mittags	17,42	bis 6 abends	16,24	6	0,18	0,030	0,142	0,155	
4	von 6 abends	16,24	bis 8 morgens	16,07	14	0,17	0,012	0,057	0,062	
5	von 8 morgens	16,07	bis 2 mittags	15,95	6	0,12	0,020	0,020	0,103	

Tab. 28.

Pereskia aculeata.

Mit Kalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,330. — Trockengewicht excl. Stengel 0,227.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von **10** morgens	27,61	bis **9** morgens	26,65	23	0,96	0,041	0,124	0,180	
2	von **9** morgens	26,65	bis **12** mittags	26,53	3	0,12	0,040	0,121	0,176	
3	von **12** mittags	26,53	bis **6** abends	26,31	6	0,22	0,036	0,109	0,162	
4	von **6** abends	26,31	bis **8** morgens	26,12	14	0,19	0,013	0,039	0,057	
5	von **8** morgens	26,12	bis **2** mittags	25,92	6	0,20	0,033	0,100	0,145	

Tab. 29.

Pereskia aculeata.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,230. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,202.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer Stunden	Gewichtsverlust in toto gr	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr			beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	26,95	bis 9 morgens	26,02	23	0,93	0,040	0,173	0,198	
2	von 9 morgens	26,02	bis 12 mittags	25,90	3	0,12	0,040	0,173	0,198	
3	von 12 mittags	25,90	bis 6 abends	25,69	6	0,21	0,035	0,152	0,173	
4	von 6 abends	25,69	bis 8 morgens	25,50	14	0,19	0,013	0,056	0,064	
5	von 8 morgens	25,50	bis 2 mittags	25,30	6	0,20	0,033	0,143	0,163	

Tab. 30.

Pereskia aculeata.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,215. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,189.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	19,76	bis 9 morgens	18,85	23	0,91	0,039	0,181	0,206	
2	von 9 morgens	18,85	bis 12 mittags	18,73	3	0,12	0,040	0,186	0,211	
3	von 12 mittags	18,73	bis 6 abends	18,52	6	0,21	0,035	0,162	0,180	
4	von 6 abends	18,52	bis 8 morgens	18,33	14	0,19	0,013	0,060	0,068	
5	von 8 morgens	18,33	bis 2 mittags	18,16	6	0,17	0,028	0,130	0,137	

Begonia Lebrina.

Bei den gekupferten Exemplaren zeigte sich eine schnellere Blütenentwicklung und eine dunkelgrünere Farbe.

Die anatomische Untersuchung der Blätter ergab keine Verschiedenheit in der Struktur.

Die gekupferten Blätter enthieltén 1/5 mehr Chlorophyll als die gekalkten und nichtbespritzten. Der Chlorophyllgehalt der gekalkten Blätter unterschied sich kaum von dem der nichtbespritzten. (Tab. 31.)

In den nichtbespritzten und gekalkten Blättern waren kaum Spuren, in den gekupferten reichliche Stärke vorhanden. (Tab. 32.) Die gekalkten und nichtbespritzten Sprosse transpirierten weniger als die gekupferten. (Tab. 33, 34, 35, 36.)

Kupfer war im Blattmesophylle nicht vorhanden.

Tab. 31.

Begonia Lebrina.

A. Bestimmung des Chlorophyllgehaltes der Blätter.

0,5 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten	0,25 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten
1. Nicht bespritzt	0,04	1. Nicht bespritzt	0,02
2. Nicht bespritzt	0,04	2. Nicht bespritzt	0,02
3. Mit Kalk bespritzt	0,04	3. Mit Kalk bespritzt	0,025
4. Mit Kalk bespritzt	0,045	4. Mit Kalk bespritzt	0,02
5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,05	5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,025
6. Mit Kupferkalk bespritzt	0,045	6. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,03

Tab. 32.

B. Mikroskopischer Befund der morgens produzierten Stärkemenge.

a) Nicht bespritzt	b) Mit Kalk bespritzt	c) Mit Kupferkalk bespritzt
1. a) Pallisadenparenchym: —	1. a) Pallisadenparenchym: —	1. a) Pallisadenparenchym: deutliche St.
b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: vereinzelt
2. a) Pallisadenparenchym: —	2. a) Pallisadenparenchym: Spuren	2. a) Pallisadenparenchym: vereinzelt
b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: Spuren
3. a) Pallisadenparenchym: —	3. a) Pallisadenparenchym: —	3. a) Pallisadenparench.: reichliche St.
b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: kleine K.
4. a) Pallisadenparench.: Spuren?	4. a) Pallisadenparenchym: Spuren	4. a) Pallisadenparenchym: deutliche St.
b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: Spuren

Tab. 33.

Begonia Lebrina.

Nichtbespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,842. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,681.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	25,42	bis 9 morgens	23,20	23	2,22	0,096	0,114	0,141	Labor. Versuch.
2	von 9 morgens	23,20	bis 12 mittags	22,88	3	0,32	0,106	0,125	0,155	
3	von 12 mittags	22,88	bis 6 abends	22,28	6	0,60	0,100	0,118	0,146	
4	von 6 abends	22,28	bis 8 morgens	21,60	14	0,68	0,048	0,057	0,070	
5	von 8 morgens	21,60	bis 2 mittags	21,08	6	0,52	0,086	0,102	0,126	

Tab. 34.

Begonia Lebrina.

Mit Kalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,921. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,834.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer Stunden	Gewichtsverlust in toto gr	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr			beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	24,52	bis 9 morgens	21,31	23	3,21	0,139	0,150	0,166	Labor. Versuch.
2	von 9 morgens	21,31	bis 12 mittags	20,89	3	0,42	0,140	0,152	0,167	
3	von 12 mittags	20,89	bis 6 abends	19,97	6	0,92	0,153	0,169	0,183	
4	von 6 abends	19,97	bis 8 morgens	19,10	14	0,87	0,062	0,067	0,080	
5	von 8 morgens	19,10	bis 2 mittags	18,29	6	0,81	0,135	0,146	0,161	

Tab. 35.

Begonia Lebrina.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 1,022. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,961.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	in toto gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	25,45	bis 9 morgens	25,24	23	4,21	0,182	0,178	0,189	Labor. Versuch.
2	von 9 morgens	25,24	bis 12 mittags	24,62	3	0,62	0,206	0,201	0,209	
3	von 12 mittags	24,62	bis 6 abends	23,47	6	1,15	0,191	0,186	0,198	
4	von 6 abends	23,47	bis 8 morgens	22,49	14	0,98	0,070	0,069	0,071	
5	von 8 morgens	22,49	bis 2 mittags	22,08	6	0,91	0,151	0,147	0,152	

Tab. 36.

Begonia Lebrina.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,802. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,692.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von **10** morgens	26,25	bis **9** morgens	22,37	23	3,98	0,173	0,215	0,250	Labor. Versuch.
2	von **9** morgens	22,37	bis **12** mittags	21,79	3	0,58	0,193	0,240	0,278	
3	von **12** mittags	21,79	bis **6** abends	20,56	6	1,23	0,205	0,255	0,296	
4	von **6** abends	20,56	bis **8** morgens	19,15	14	1,41	0,102	0,127	0,147	
5	von **8** morgens	19,15	bis **2** mittags	18,50	6	1,01	0,168	0,209	0,242	

Eucalyptus tereticornis.

Die gekupferten Exemplare zeigten nach 7 Wochen dunkelgrünere Färbung als die übrigen.

Die anatomische Untersuchung ergab ganz gleiche Struktur und Form der Mesophyllzellen bei allen Exemplaren.

Die nichtbespritzten und gekalkten Blätter enthielten annähernd gleichviel, die gekupferten etwas mehr Chlorophyll. (Tab. 37.) Stärke war in den gekalkten Blättern überhaupt nicht, in den nichtbespritzten spurenweise, in den gekupferten vereinzelt vorhanden. (Tab. 38.)

Auch hier hatten die gekalkten Sprosse am wenigsten, die gekupferten Sprosse am meisten transpiriert. (Tab. 39, 40, 41, 42.)

Die Untersuchung auf Kupfer im Mesophyll des Blattes ergab negatives Resultat.

Tab. 37.

Eucalyptus tereticornis.

A. Bestimmung des Chlorophyllgehaltes der Blätter.

0,5 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten	0,25 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten
1. Nicht bespritzt	0,05	1. Nicht bespritzt	0,03
2. Nicht bespritzt	0,05	2. Nicht bespritzt	0,03
3. Mit Kalk bespritzt	0,04	3. Mit Kalk bespritzt	0,03
4. Mit Kalk bespritzt	0,05	4. Mit Kalk bespritzt	0,03
5. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,06	5. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,04
6. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,055	6. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,03

Tab. 38.

B. Mikroskopischer Befund der morgens produzierten Stärkemenge.

a) Nicht bespritzt	b) mit Kalk bespritzt	c) Mit Kupferkalk bespritzt
1. a. Pallisadenparenchym: — b. Schwammparenchym: —	1. a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	1. a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —
2. a. Pallisadenparenchym: Spuren b. Schwammparenchym: —	2. a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	2. a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —
3. a) Pallisadenparenchym: vereinz. b) Schwammparenchym: Spuren	3. a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	3. a) Pallisadenparenchym: kleine K. b) Schwammparench.: vereinzelte K.
4. a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	4. a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	4. a) Pallisadenparenchym: vereinz. K. b) Schwammparenchym: Spuren

Tab. 39.

Eucalyptus tereticornis.

Nichtbespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 1,124. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,741.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	85,34	bis 9 morgens	81,53	23	3,81	0,165	0,146	0,222	
2	von 9 morgens	81,53	bis 12 mittags	80,92	3	0,61	0,203	0,188	0,273	
3	von 12 mittags	80,92	bis 6 abends	79,76	6	1,16	0,193	0,171	0,260	
4	von 6 abends	79,76	bis 8 morgens	78,72	14	1,04	0,074	0,065	0,099	
5	von 8 morgens	78,72	bis 2 mittags	77,62	6	0,90	0,150	0,133	0,201	

Tab. 40.

Eucalyptus tereticornis.

Mit Kalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 1,140. — Trockengewicht excl. Stengel 0,710.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	84,78	bis 9 morgens	81,18	23	3,60	0,156	0,136	0,219	
2	von 9 morgens	81,18	bis 12 mittags	80,66	3	0,52	0,173	0,151	0,243	
3	von 12 mittags	80,66	bis 6 abends	79,56	6	1,10	0,183	0,160	0,257	
4	von 6 abends	79,56	bis 8 morgens	78,35	14	1,21	0,086	0,075	0,121	
5	von 8 morgens	78,35	bis 2 mittags	77,63	6	0,72	0,120	0,105	0,169	

Tab. 41.

Eucalyptus tereticornis.

Mit Kupferkalk behandelt.

Trockengewicht incl. Stengel: 1,112. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,611.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	in toto gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	78,81	bis 9 morgens	74,60	23	4,21	0,183	0,164	0,299	
2	von 9 morgens	74,60	bis 12 mittags	74,12	3	0,58	0,193	0,173	0,315	
3	von 12 mittags	74,12	bis 6 abends	72,91	6	1,21	0,216	0,194	0,353	
4	von 6 abends	72,91	bis 8 morgens	71,29	14	1,62	0,115	0,103	0,188	
5	von 8 morgens	71,29	bis 2 mittags	70,21	6	1,08	0,180	0,162	0,294	

Tab. 42.

Eucalyptus tereticornis.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 1,201. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,752.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer Stunden	Gewichtsverlust in toto gr	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr			beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von **10** morgens	81,92	bis **9** morgens	77,01	23	4,91	0,213	0,177	0,283	
2	von **9** morgens	77,01	bis **12** mittags	76,29	3	0,72	0,240	0,199	0,318	
3	von **12** mittags	76,29	bis **6** abends	74,92	6	1,37	0,228	0,189	0,303	
4	von **6** abends	74,92	bis **8** morgens	73,80	14	1,12	0,080	0,066	0,106	
5	von **8** morgens	73,80	bis **2** mittags	72,86	6	0,94	0,156	0,129	0,217	

Melaleuca alba.

Nur in einigen Fällen war das Schwammparenchym der gekupferten Blätter etwas stärker entwickelt, als bei den übrigen.

Die nichtbespritzten und gekalkten Blätter enthielten annähernd gleichviel Chlorophyll, die gekupferten etwas mehr. (Tab. 43.)

Die Assimilationsenergie war bei den gekalkten und nichtbespritzten Blättern geringer als bei den gekupferten. (Tab. 44.) Ferner transpirierten die nichtbespritzten Sprosse stärker als die gekalkten, die gekupferten stärker als beide. (Tab. 45, 46, 47, 48.)

Kupfer konnte keines nachgewiesen werden.

Vergleichende Versuche ergaben, dass die gekupferten Blätter eine viel grössere Lebensdauer besassen als die anderen.

Tab. 43.

Malaleuca alba.

A. Bestimmung des Chlorophyllgehaltes der Blätter.

0,5 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten	0,25 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten
1. Nicht bespritzt	0,03	1. Nicht bespritzt	0,015
2. Nicht bespritzt	0,03	2. Nicht bespritzt	0,015
3. Mit Kalk bespritzt	0,03	3. Mit Kalk bespritzt	0,02
4. Mit Kalk bespritzt	0,04	4. Mit Kalk bespritzt	0,015
5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,03	5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,02
6. Mit Kupferkalk bespritzt	0,045	6. Mit Kupferkalk bespritzt	0,025

Tab. 44.

B. Mikroskopischer Befund der morgens produzierten Stärkemenge.

	a) Nicht bespritzt		b) mit Kalk bespritzt		c) Mit Kupferkalk bespritzt
1.	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	1.	a) Pallisadenparench.: kleine K. b) Schwammparenchym: Spuren	1.	a) Pallisadenparenchym: vereinz. K. b) Schwammparenchym: Spuren
2.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	2.	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	2.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —
3.	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	3.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	3.	a) Pallisadenparenchym: reichliche K. b) Schwammparenchym: vereinzelt
4.	a) Pallisadenparench.: wenige K. b) Schwammparenchym: —	4.	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	4.	a) Pallisadenparenchym: deutliche K. b) Schwammparench.: deutl. kleine K.

b. 45.

Melaleuca alba.

Nichtbespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,210. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,160.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	in toto gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von **10** morgens	24,86	bis **9** morgens	24,42	23	0,44	0,019	0,090	0,119	ganz kleine Blätter
2	von **9** morgens	24,42	bis **12** mittags	24,36	3	0,06	0,020	0,095	0,125	
3	von **12** mittags	24,36	bis **6** abends	24,26	6	0,10	0,016	0,076	0,100	
4	von **6** abends	24,26	bis **8** morgens	24,17	14	0,09	0,006	0,028	0,037	
5	von **8** morgens	24,17	bis **2** mittags	24,12	6	0,05	0,008	0,038	0,041	

Tab. 46.

Melaleuca alba.

Mit Kalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,224. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,191.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer Stunden	Gewichtsverlust in toto gr	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr			beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	20,94	bis 9 morgens	20,63	23	0,31	0,013	0,058	0,068	
2	von 9 morgens	20,63	bis 12 mittags	20,58	3	0,04	0,013	0,058	0,068	
3	von 12 mittags	20,58	bis 6 abends	20,51	6	0,07	0,011	0,044	0,052	
4	von 6 abends	20,51	bis 8 morgens	20,43	14	0,08	0,005	0,022	0,025	
5	von 8 morgens	20,43	bis 2 mittags	20,37	6	0,06	0,010	0,044	0,052	

Tab. 47.

Melaleuca alba.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,184. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,120.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	26,02	bis 9 morgens	25,61	23	0,41	0,017	0,092	0,141	
2	von 9 morgens	25,61	bis 12 mittags	25,21	3	0,04	0,013	0,070	0,108	
3	von 12 mittags	25,21	bis 6 abends	25,14	6	0,07	0,011	0,059	0,091	
4	von 6 abends	25,14	bis 8 morgens	25,05	14	0,09	0,006	0,032	0,050	
5	von 8 morgens	25,05	bis 2 mittags	24,99	6	0,06	0,010	0,055	0,083	

Tab. 48.

Melaleuca alba.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,220. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,152.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	in toto gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	22,34	bis 9 morgens	21,84	23	0,50	0,021	0,095	0,138	
2	von 9 morgens	21,84	bis 12 mittags	21,14	3	0,07	0,023	0,104	0,151	
3	von 12 mittags	21,14	bis 6 abends	20,99	6	0,15	0,025	0,113	0,164	
4	von 6 abends	20,99	bis 8 morgens	20,87	14	0,12	0,008	0,036	0,052	
5	von 8 morgens	20,87	bis 2 mittags	20,77	6	0,10	0,016	0,072	0,104	

Tydaea grandiflora.

Die anatomische Untersuchung ergab keine nennenswerte Verschiedenheit im Bau der Blätter.

Während in den nichtbespritzten und gekalkten Pflanzen annähernd gleiche Mengen Chlorophyll gefunden wurden (nur in einem Falle zeigte ein gekalktes Exemplar grösseren Gehalt), unterschieden sich auch hier die gekupferten Exemplare durch beträchtlich höheren Chlorophyllgehalt. (Tab. 49.)

Nichtbespritzte und gekalkte Blätter enthielten fast keine gekupferte dagegen vereinzelte Stärkekörner. (Tab. 50.)

Am stärksten transpirierten auch hier die gekupferten, am schwächsten die gekalkten Sprosse.

Kupfer wurde in den Blättern nicht gefunden. (Tab. 51, 52, 53, 54.)

Tab. 49.

Tydaea grandiflora.

A. Bestimmung des Chlorophyllgehaltes der Blätter.

0,5 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten	0,25 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten
1. Nicht bespritzt	0,05	1. Nicht bespritzt	0,02
2. Nicht bespritzt	0,05	2. Nicht bespritzt	0,02
3. Mit Kalk bespritzt	0,05	3. Mit Kalk bespritzt	0,03
4. Mit Kalk bespritzt	0,05	4. Mit Kalk bespritzt	0,02
5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,07	5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,035
6. Mit Kupferkalk bespritzt	0,075	6. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,04

Tab. 50.

B. Mikroskopischer Befund der morgens produzierten Stärkemenge.

	a) Nicht bespritzt		b) Mit Kalk bespritzt		c) Mit Kupferkalk bespritzt
1.	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	1.	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	1.	a) Pallisadenparenchym: vereinzelt b) Schwammparenchym: Spuren
2.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	2.	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	2.	a) Pallisadenparench.: kleine Körner b) Schwammparenchym: Spuren
3.	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	3.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	3.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —
4.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	4.	a) Pallisadenparenchym: vereinz. b) Schwammparenchym: —	4.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: Spuren

Tab. 51.

Tydaea grandiflora.

Nichtbespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,321. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,220.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von **10** morgens	109,39	bis **9** morgens	106,80	23	2,59	0,112	0,348	0,509	
2	von **9** morgens	106,80	bis **12** mittags	106,48	3	0,32	0,106	0,330	0,481	
3	von **12** mittags	106,48	bis **6** abends	105,77	6	0,71	0,118	0,367	0,536	
4	von **6** abends	105,77	bis **8** morgens	104,93	14	0,84	0,060	0,180	0,272	
5	von **8** morgens	104,93	bis **2** mittags	104,42	6	0,51	0,085	0,264	0,386	

Tab. 52.

Tydaea grandiflora.

Mit Kalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,302. — Trockengewicht excl. Stengel 0,211.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von **10** morgens	108,99	bis **9** morgens	106,61	23	2,38	0,103	0,341	0,488	
2	von **9** morgens	106,61	bis **12** mittags	106,31	3	0,30	0,100	0,331	0,473	
3	von **12** mittags	106,31	bis **6** abends	105,66	6	0,65	0,108	0,357	0,511	
4	von **6** abends	105,66	bis **8** morgens	104,95	14	0,71	0,050	0,165	0,236	
5	von **8** morgens	104,95	bis **2** mittags	104,48	6	0,47	0,078	0,157	0,369	

Tab. 53.

Tydaea grandiflora.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,318. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,206.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	105,98	bis 9 morgens	102,96	23	3,02	0,131	0,411	0,635	
2	von 9 morgens	102,96	bis 12 mittags	102,54	3	0,42	0,140	0,440	0,680	
3	von 12 mittags	102,54	bis 6 abends	101,74	6	0,80	0,133	0,418	0,645	
4	von 6 abends	101,74	bis 8 morgens	99,87	14	0,92	0,065	0,204	0,315	
5	von 8 morgens	99,82	bis 2 mittags	99,20	6	0,62	0,103	0,323	0,500	

Tab. 54.

Tydadea grandiflora.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 1,452. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,270.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von **10** morgens	109,51	bis **9** morgens	105,46	23	4,05	0,176	0,384	0,651	
2	von **9** morgens	105,46	bis **12** mittags	104,84	3	0,62	0,206	0,455	0,762	
3	von **12** mittags	104,84	bis **6** abends	103,72	6	1,12	0,186	0,411	0,688	
4	von **6** abends	103,72	bis **8** morgens	102,46	14	1,26	0,090	0,199	0,333	
5	von **8** morgens	102,46	bis **2** mittags	101,45	6	1,01	0,168	0,371	0,622	

Cestrum roseum.

Epidermis und Mesophyll der Blätter war bei sämtlichen Exemplaren gleichmässig ausgebildet.

Nichtbespritzte und gekalkte Blätter enthielten annähernd gleichviel Chlorophyll, die gekupferten hatten ein kleines Plus aufzuweisen. (Tab. 55.)

Stärke war in den nichtbespritzten und gekalkten Blättern spurenweise, in den gekupferten reichlich vorhanden. (Tab. 56.)

Am schwächsten transpirierten auch hier die gekalkten, am stärksten die gekupferten Sprosse. (Tab. 57, 58, 59, 60.)

Kupfer konnte im Blattmesophyll nicht nachgewiesen werden.

Tab. 55.

Cestrum roseum.

A. Bestimmung des Chlorophyllgehaltes der Blätter.

0,5 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten	0,25 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten
1. Nicht bespritzt	0,05	1. Nicht bespritzt	0,02
2. Nicht bespritzt	0,05	2. Nicht bespritzt	0,02
3. Mit Kalk bespritzt	0,05	3. Mit Kalk bespritzt	0,025
4. Mit Kalk bespritzt	0,055	4. Mit Kalk bespritzt	0,02
5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,06	5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,025
6. Mit Kupferkalk bespritzt	0,06	6. Mit Kupferkalk bespritzt	0,03

Tab. 56.

B. Mikroskopischer Befund der morgens produzierten Stärkemenge.

	a) Nicht bespritzt	b) mit Kalk bespritzt	c) Mit Kupferkalk bespritzt
1.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	a) Pallisadenparenchym: vereinzelt b) Schwammparenchym: vereinzelt
2.	a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: Spuren	a) Pallisadenparenchym: zahlreiche K. b) Schwammparench.: weniger zahlr.
3.	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	a) Pallisadenparench.: seltene K. b) Schwammparenchym: —	a) Pallisadenparenchym: reichliche K. b) Schwammparenchym: kleine K.
4.	a) Pallisadenparench.: vereinzelt b) Schwammparenchym: —	a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	a) Pallisadenparenchym: reichliche K. b) Schwammparenchym: vereinzelt

Tab. 57.

Cestrum roseum.

Nichtbespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,351. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,309.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von **10** morgens	21,48	bis **9** morgens	17,94	23	3,54	0,153	0,435	0,495	bei 16° C.
2	von **9** morgens	17,94	bis **12** mittags	17,42	3	0,52	0,173	0,501	0,559	
3	von **12** mittags	17,42	bis **6** abends	16,41	6	1,01	0,168	0,478	0,543	
4	von **6** abends	16,41	bis **8** morgens	15,59	14	0,82	0,058	0,165	0,187	
5	von **8** morgens	15,59	bis **2** mittags	14,79	6	0,72	0,120	0,341	0,388	

Tab. 58.

Cestrum roseum.

Mit Kalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,342. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,312.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	in toto gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	29,05	bis 9 morgens	26,02	23	3,03	0,131	0,383	0,419	
2	von 9 morgens	26,02	bis 12 mittags	25,56	3	0,46	0,153	0,447	0,490	
3	von 12 mittags	25,56	bis 6 abends	24,52	6	1,04	0,173	0,505	0,554	
4	von 6 abends	24,52	bis 8 morgens	23,81	14	0,71	0,050	0,146	0,160	
5	von 8 morgens	23,81	bis 2 mittags	23,31	6	0,52	0,086	0,251	0,275	

Tab. 59.

Cestrum roseum.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,360. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,321.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	in toto gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von **10** morgens	20,40	bis **9** morgens	16,60	23	3,80	0,165	0,458	0,514	
2	von **9** morgens	16,60	bis **12** mittags	16,08	3	0,52	0,173	0,480	0,538	
3	von **12** mittags	16,08	bis **6** abends	15,00	6	1,08	0,180	0,498	0,560	
4	von **6** abends	15,00	bis **8** morgens	14,13	14	0,97	0,069	0,191	0,214	
5	von **8** morgens	14,13	bis **2** mittags	13,22	6	0,91	0,151	0,419	0,470	

Tab. 60.

Cestrum roseum.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,302. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,271.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	28,59	bis 9 morgens	24,25	23	3,34	0,145	0,480	0,535	15°/₀C.
2	von 9 morgens	24,25	bis 12 mittags	23,74	3	0,51	0,170	0,562	0,627	
3	von 12 mittags	23,74	bis 6 abends	22,73	6	1,01	0,176	0,582	0,649	
4	von 6 abends	22,73	bis 8 morgens	20,93	14	0,80	0,057	0,185	0,210	
5	von 8 morgens	20,93	bis 2 mittags	21,22	6	0,71	0,118	0,930	0,435	

Aralia pentaphylla.

Die anatomische Untersuchung ergab keine wesentlichen Momente.

Der Chlorophyllgehalt war bei den nichtbespritzten und gekalkten Exemplaren fast gleich, bei den gekupferten jedoch etwas grösser. (Tab. 61.)

Letztere hatten bereits reichliche Stärke produziert, während die ersteren nur ganz vereinzelte Stärkekörner aufwiesen. (Tab. 62.)

Am stärksten transpirierten die gekupferten, am schwächsten die gekalkten Sprosse. (Tab. 63, 64, 65, 66.)

Kupfer konnte im Blatte nicht nachgewiesen werden.

Die sog. Lebensdauer der gekupferten Sprosse war eine viel grössere als bei sämtlichen nichtgekupferten.

Tab. 61.

Aralia pentaphylla.

A. Bestimmung des Chlorophyllgehaltes der Blätter.

0,5 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten	0,25 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten
1. Nicht bespritzt	0,04	1. Nicht bespritzt	0,03
2. Nicht bespritzt	0,04	2. Nicht bespritzt	0,025
3. Mit Kalk bespritzt	0,04	3. Mit Kalk bespritzt	0,03
4. Mit Kalk bespritzt	0,045	4. Mit Kalk bespritzt	0,035
5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,05	5. Mit Kupferkalk bespritzt	0,035
6. Mit Kupferkalk bespritzt	0,05	6. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,035

Tab. 62.

B. Mikroskopischer Befund der morgens produzierten Stärkemenge.

a) Nicht bespritzt	b) Mit Kalk bespritzt	c) Mit Kupferkalk bespritzt
1. a) Pallisadenparenchym: — b) Schwammparenchym: —	1. a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	1. a) Pallisadenparenchym: vereinzelte K. b) Schwammparench: kleine Körner
2. a) Pallisadenparenchym: vereinz. b) Schwammparenchym: —	2. a) Pallisadenparenchym: vereinz. b) Schwammparenchym: vereinz.	2. a) Pallisadenparench.: reichliche K. b) Schwammparench.: reichliche K.
3. a) Pallisadenparenchym: kleine K. b) Schwammparenchym: Spuren	3. a) Pallisadenparenchym: vereinz. b) Schwammparenchym: Spuren	3. a) Pallisadenparench.: reichliche K. b) Schwammparench.: vereinzelte K.
4. a) Pallisadenparenchym: Spuren b) Schwammparenchym: —	4. a) Pallisadenparench.: geringe Sp. b) Schwammparenchym: —	4. a) Pallisadenparench.: grosse Körner b) Schwammparench.: kleinere Körner

Tab. 63.

Aralia pentaphylla.

Nichtbehandelt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,320. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,270.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von **10** morgens	40,51	bis **9** morgens	40,02	23	0,49	0,021	0,069	0,077	sehr kleine Blätter
2	von **9** morgens	40,02	bis **12** mittags	39,95	3	0,07	0,023	0,076	0,082	
3	von **12** mittags	39,95	bis **6** abends	39,80	6	0,15	0,025	0,082	0,092	
4	von **6** abends	39,80	bis **8** morgens	39,68	14	0,12	0,008	0,027	0,029	
5	von **8** morgens	39,68	bis **2** mittags	39,57	6	0,11	0,018	0,059	0,066	

Tab. 64.

Aralia pentaphylla.

Mit Kalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,298. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,277.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer Stunden	Gewichtsverlust in toto gr	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr			beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	35,94	bis 9 morgens	35,64	23	0,30	0,013	0,043	0,046	sehr derbe Blätter
2	von 9 morgens	35,64	bis 12 mittags	35,56	3	0,08	0,026	0,087	0,097	
3	von 12 mittags	35,56	bis 6 abends	35,44	6	0,12	0,020	0,066	0,072	
4	von 6 abends	35,44	bis 8 morgens	35,33	14	0,11	0,007	0,023	0,025	
5	von 8 morgens	35,33	bis 2 mittags	35,24	6	0,09	0,015	0,050	0,054	

Tab. 65.

Aralia pentaphylla.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,252. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,242.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	43,21	bis 9 morgens	42,61	23	0,60	0,026	0,103	0,107	
2	von 9 morgens	42,61	bis 12 mittags	42,52	3	0,09	0,030	0,119	0,123	
3	von 12 mittags	42,52	bis 6 abends	42,38	6	0,14	0,023	0,091	0,094	
4	von 6 abends	42,38	bis 8 morgens	42,28	14	1,10	0,007	0,027	0,028	
5	von 8 morgens	42,28	bis 2 mittags	42,19	6	1,09	0,015	0,059	0,061	

Tab. 66.

Aralia pentaphylla.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 0,308. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,284.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	in toto gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	39,64	bis 9 morgens	38,88	23	0,76	0,033	0,107	0,116	sehr feste Blätter
2	von 9 morgens	38,88	bis 12 mittags	38,76	3	0,12	0,040	0,129	0,140	
3	von 12 mittags	38,76	bis 6 abends	38,54	6	0,22	0,036	0,116	0,126	
4	von 6 abends	38,54	bis 8 morgens	38,39	14	0,15	0,010	0,032	0,035	
5	von 8 morgens	38,39	bis 2 mittags	38,25	6	0,10	0,016	0,051	0,056	

Juniperus Bermudiana.

Nach 6 Wochen konnte man bereits einen kleinen Unterschied zwischen den gekupferten und nichtgekupferten Exemplaren erkennen.

Die Blattstruktur hatte durch die Behandlung keine Veränderung erlitten.

Die gekupferten Sprosse hatten grösseren Chlorophyllgehalt als die anderen. (Tab. 67.)

In den nichtbespritzten und gekalkten Sprossen konnte ich nur in einem einzigen Falle Spuren, in den gekupferten jedoch sehr vereinzelte kleine Stärkekörner nachweisen. (Tab. 68.)

Am stärksten transpirierten auch hier die gekupferten, am schwächsten die gekalkten Sprosse. (Tab. 69, 70, 71, 72.)

Absorbiertes resp. von der Pflanze durch die Blattepidermis aufgenommenes Kupfer konnte nicht nachgewiesen werden.

Tab. 67.

Juniperus Bermudiana.

A. Bestimmung des Chlorophyllgehaltes der Blätter.

0,5 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten	0,25 gr Blattsubstanz mit 50 ccm Alkohol ausgezogen	in Prozenten
1. Nicht bespritzt	0,05	1. Nicht bespritzt	0,02
2. Nicht bespritzt	0,05	2. Nicht bespritzt	0,02
3. Mit Kalk bespritzt	0,05	3. Mit Kalk bespritzt	0,02
4. Mit Kalk bespritzt	0,05	4. Mit Kalk bespritzt	0,025
5. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,06	5. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,03
6. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,055	6. Mit Kupferkalk bespritzt . . .	0,03

Tab. 68.

B. Mikroskopischer Befund der morgens produzierten Stärkemenge.

a) Nicht bespritzt	b) mit Kalk bespritzt	c) Mit Kupferkalk bespritzt
1. a. Pallisadenparenchym: —	1. a) Pallisadenparenchym: —	1. a) Pallisadenparenchym: Spuren
b. Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: Spuren
2. a. Pallisadenparenchym: —	2. a) Pallisadenparenchym: Spuren	2. a) Pallisadenparenchym: vereinzelt
b. Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: Spuren	b) Schwammparenchym: vereinzelt
3. a) Pallisadenparenchym: —	3. a) Pallisadenparenchym: —	3. a) Pallisadenparenchym: Spuren
b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: Spuren
4. a) Pallisadenparenchym: —	4. a) Pallisadenparenchym: —	4. a) Pallisadenparenchym: —
b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: —	b) Schwammparenchym: —

Tab. 69.

Juniperus Bermudiana.

Nichtbespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 1,240. — Trockengewicht excl. Stengel: 1,002.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	79,11	bis 9 morgens	72,20	23	6,91	0,300	0,241	0,299	
2	von 9 morgens	72,20	bis 12 mittags	70,66	3	1,54	0,513	0,413	0,511	
3	von 12 mittags	70,66	bis 6 abends	68,95	6	1,71	0,285	0,229	0,284	
4	von 6 abends	68,95	bis 8 morgens	67,33	14	1,62	0,115	0,092	0,114	
5	von 8 morgens	67,33	bis 2 mittags	65,83	6	1,50	0,250	0,201	0,249	

Tab. 70.

Juniperus Bermudiana.

Mit Kalk behandelt.

Trockengewicht incl. Stengel: 1,260. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,970.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von **10** morgens	80,42	bis **9** morgens	74,21	23	6,21	0,270	0,214	0,278	
2	von **9** morgens	74,21	bis **12** mittags	72,89	3	1,32	0,440	0,349	0,471	
3	von **12** mittags	72,89	bis **6** abends	71,47	6	1,42	0,236	0,187	0,192	
4	von **6** abends	71,47	bis **8** morgens	70,16	14	1,31	0,093	0,073	0,095	
5	von **8** morgens	70,16	bis **2** mittags	69,60	6	1,26	2,260	0,179	0,232	

Tab. 71.

Juniperus Bermudiana.

Mit Kupferkalk bespritzt.

Trockengewicht incl. Stengel: 1,021. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,752.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	83,56	bis 9 morgens	76,55	23	7,01	0,304	0,297	0,404	
2	von 9 morgens	76,55	bis 12 mittags	75,20	3	1,35	0,450	0,440	0,599	
3	von 12 mittags	75,20	bis 6 abends	73,76	6	1,44	0,240	0,235	0,319	
4	von 6 abends	73,76	bis 8 morgens	72,24	14	1,52	0,108	0,105	0,143	
5	von 8 morgens	72,24	bis 2 mittags	70,92	6	1,32	0,220	0,215	0,292	

Tab. 72.

Juniperus Bermudiana.

Mit Kupferkalk behandelt.

Trockengewicht incl. Stengel: 1,146. — Trockengewicht excl. Stengel: 0,900.

№	Anfang des Versuches		Ende des Versuches		Versuchsdauer	Gewichtsverlust in toto	Transpirationsmenge für je eine Stunde			Bemerkungen
	Zeit	Gewicht gr	Zeit	Gewicht gr	Stunden	gr	beobachtete ganze Transpirationsmenge	für je 1 gr Trockeneinheit d. ganzen Pflanze	für je 1 gr Trockeneinheit d. Blätter allein	
1	von 10 morgens	92,48	bis 9 morgens	85,25	23	7,23	0,314	0,273	0,348	
2	von 9 morgens	85,25	bis 12 mittags	83,73	3	1,52	0,506	0,441	0,562	
3	von 12 mittags	83,73	bis 6 abends	82,37	6	1,36	0,226	0,197	0,251	
4	von 6 abends	82,37	bis 8 morgens	80,89	14	1,48	0,105	0,916	0,116	
5	von 8 morgens	80,89	bis 2 mittags	80,39	6	1,50	0,250	0,218	0,277	

Resultate.

Das Ergebnis der Versuche gestatte ich mir, hiemit kurz zusammenzufassen. Die Bordeaux-Brühe wirkt befördernd auf die Chlorophyllerzeugung, Assimilation und Transpiration der meisten hochentwickelten Pflanzen. Eine Deformation resp. Veränderung der Struktur des Blattgewebes findet im allgemeinen nicht statt. Nur in 2 Fällen konnte eine Ausnahme konstatiert werden. Das Kupfer des Niederschlages wird nicht von der Blattepidermis aufgenommen. Die Kalkbrühe wirkt nur in ganz geringem Masse fördernd auf Chlorophyllbildung und Assimilation; die Transpiration wird durch den Kalk herabgedrückt. Schädlich wirkt die Bordeaux-Brühe auf ganz junge, noch im embryonalen Wachstum befindliche Pflanzen, sowie auf Pflanzen, welche die Natur mit einer sehr empfindlichen Epidermis ausgestattet hat. Die von Rumm ausgesprochene Ansicht, dass auf Rechnung der direkten Beeinflussung der Nährpflanzen durch die Bordeaux-Brühe mehr zu setzen ist, als früher angenommen wurde, fand ich durch meine Versuche bestätigt.

Wie ist nun die Wirkung der Bordeaux-Brühe physiologisch zu erklären?

Zahlreiche Untersuchungen haben die unumstössliche Thatsache ergeben, dass das Kupfer des Blattüberzuges nicht in das Blatt selbst eindringt. Wenn trotzdem einige Forscher behaupteten, Kupfer im Mesophyll gefunden zu haben, so ist dieser Irrtum jedenfalls mangelhaften Untersuchungsmethoden zuzuschreiben. Da nun die Bespritzung mit Kalkbrühe nicht entfernt jene günstigen Wirkungen bewirken konnte, so ist mit Sicherheit anzunehmen, dass wir es hier mit einer Kontakt-

wirkung des unlöslichen Gemisches zu thun haben. Rumm[1]) nannte die Wirkung eine chemotaktische, in einer späteren Veröffentlichung eine sthenische Reizerscheinung. Zugleich sprach er die Vermutung aus, dass wir es hier möglicherweise mit elektrischen Kontakterscheinungen zu thun haben. Frank-Krüger[2]) versuchten mit Hilfe der Nägelischen Hypothese der oligodynamischen Wirkungen eine Erklärung zu finden. Ich möchte die Wirkung eine elektrische Reizerscheinung nennen und zwar aus folgenden Gründen. Vielfache Experimente hatten mich belehrt, dass gekupferte Pflanzen dem Etiolieren einen unverhältnissmässig grossen Widerstand entgegensetzen, ferner dass gekupferte etiolierte Pflanzen rascher bei Lichtzutritt ergrünen als nichtgekupferte. Nun ist aber schon lange erwiesen (die Versuche waren von Westrumb und Speschnew[3]) ausgeführt), dass elektrische Ströme völlig etiolierte Pflanzen grün machen. Da nun in allen Pflanzen mehr oder minder elektrische Ströme durch Wasserbewegung in kapillaren Räumen der Pflanzen hervorgerufen werden, so ist ganz natürlich, dass durch die Auflagerung eines stark positiv elektrischen Körpers einerseits und der in den Pflanzenzellen enthaltenen Salzlösungen andererseits elektromotorische Spannungsdifferenzen hervorgerufen werden, welche die schon in der Pflanze vorhandenen schwachen Ströme erheblich zu verstärken vermögen. Bekanntlich werden ja Atmung und Assimilation der Pflanzen durch elektrische Ströme günstig beeinflusst. Aloi[4]) fand als Resultat umfassender Versuche, dass die Elektrizität im Boden die Keimung der Samen befördert und dass die Luftelektrizität dem Gedeihen der Pflanze günstig ist. Von einer Kalkwirkung bei den etiolierten Pflanzen kann deshalb keine Rede sein,

---

[1]) Rumm, Ber. d. D. bot. Gesellsch. 1893.

[2]) Frank-Krüger, Ueber den d. Einfluss der Kupfer-Vitriol-Kalkbrühe etc. A. d. D. Landw. Ges.

[3]) Speschnew, N., Bericht über die Verhandlungen der bot. Sektion der 3. russischen Naturforscherversammlung, Kiew 1871.

[4]) Aloi, Dell' influenza dell' elletricità atmosferica sulla vegetazione delle piante. Firenze 1895. Bullet. d. Soc. bot. ital. 1895.

weil nach Untersuchungen Palladins[1]) feststeht, dass Kalksalze nur günstig auf das Wachstum der Blätter, nicht aber auf die Chlorophyllbildung wirken. Es dürfte also der Ausdruck „elektrische Reizerscheinung" hier ganz gut am Platze sein. Experimentelle physikalische Versuche über das genannte Problem hoffe ich noch im Laufe dieses Jahres bringen zu können.

Fassen wir zum Schlusse nochmals die erhaltenen Resultate vergleichsweise mit den Resultaten von Rumm und Frank-Krüger zusammen. (Ich beziehe mich hier auf die Arbeit Rumm's über den Weinstock, und die Arbeit Frank-Krüger über die Kartoffelpflanze.) Uebereinstimmend fanden wir infolge der Kupferkalkbespritzung eine Vermehrung des Chlorophylls, eine gesteigerte Assimilationsthätigkeit, eine längere Lebensdauer des Sprosses. Dagegen konstatierten Frank-Krüger und der Verfasser im Gegensatze zu Rumm auch eine erhöhte Transpiration der gekupferten Pflanzen. Kupfer konnte weder von den genannten Forschern noch von mir im Blattmesophylle im Gegensatze zu Alessandri, Tschirch u. a. gefunden werden.

Im Interesse der Landwirtschaft ist eine ausgiebige Anwendung der Kupferkalkbespritzung äusserst wünschenswert.

---

[1]) Palladin, Ergrünen und Wachstum der etiolierten Blätter. Ber. d. D. bot Gesellsch. Band IX. 1891.

Lebenslauf des Verfassers.

Ich bin geboren in Uffenheim (Bayern) am 17. August 1871 als der Sohn des Kaufmanns M. Zucker und seiner Gemahlin Augusta geb. Wiesengrund, isr. Konfession. In der Geburtsstadt besuchte ich die Elementar- und Lateinschule, in Ansbach das Gymnasium. Die vorgeschriebene Lehrzeit absolvierte ich bei Herrn Apotheker Wunderlich in Uffenheim, die Servierzeit bei Herrn Apotheker Hauff in Stuttgart. Die ersten zwei Semester studierte ich in Würzburg und erhielt am Schlusse des zweiten Semesters von der Kgl. württ. Regierung den ehrenvollen Auftrag, als Sachverständiger der Kgl. württ. Reblausbekämpfungskommission beizuwohnen. Nach Beendigung der Arbeiten studierte ich noch ein Semester in Erlangen und bestand am Schlusse desselben mit Note I das pharmazeutische Staatsexamen. Nachdem ich noch weitere 3 Semester im botanischen Institute der Universität Erlangen gearbeitet hatte, wurde ich am 15. Juni 1896 von der philosophischen Fakultät daselbst mit dem Prädikate magna cum laude promoviert.

